COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation photographique des passages de Vénus et sur un appareil de* M. Laussedat; *par* **M. Faye.**

« Au moment de partir pour un voyage de plusieurs mois qui ne me permettra pas de coopérer avec mes collègues aux préparatifs de l'observation du prochain passage de Vénus, je tiens à compléter les recherches que j'ai déjà publiées à ce sujet (1), et à soumettre à tous les astronomes l'opinion à laquelle je me suis arrêté sur l'emploi de la photographie que j'avais déjà proposé, il y a vingt ans, de substituer à la méthode de Halley. Je désire vivement que la Commission du passage de Vénus veuille bien accorder quelque attention à ces idées, lorsqu'elle aura à s'occuper des méthodes d'observation. Je donnerai aussi lecture d'une Lettre que M. le commandant Laussedat, dont l'Académie connaît la compétence en fait d'expéditions photographiques, a bien voulu m'adresser sur ce sujet.

» L'Académie se souviendra peut-être qu'après avoir discuté devant elle, l'an dernier, les observations originales du passage de 1769 par la méthode de Halley, j'ai été conduit à indiquer quelques moyens propres à atténuer

---

(1) *Sur les passages de Vénus* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 42 et 69). — *Examen critique des idées et des observations du P. Hell sur le passage de Vénus en* 1769 (même vol., p. 282).

les causes d'insuccès. D'un autre côté, deux astronomes de l'Observatoire ont présenté sur le même sujet d'excellentes suggestions. Les difficultés inhérentes à cette méthode n'ont pas préoccupé moins vivement les astronomes anglais et allemands. Toutes ces discussions, d'un intérêt actuel, ont naturellement été rendues publiques.

» Il est résulté pour moi, de ce débat européen, la crainte très-sérieuse que l'ancien mode d'observation proposé par Halley, et pratiqué en 1761 et 1769, ne soit pas aussi parfait en pratique qu'il paraissait l'être en théorie, et qu'il ne nous conduise pas au but en 1874, même en y employant des télescopes d'une grande perfection optique. En effet, dans ce mode qui réduit l'observation à celle des contacts internes des disques de Vénus et du Soleil, tout dépend de la possibilité de saisir, à l'entrée, l'instant de la formation d'un très-mince filet de lumière entre les deux contours, ou celui de sa rupture à la sortie. Or les ondulations de l'atmosphère affectent trop le bord du Soleil, lorsqu'il n'est pas très-élevé, pour laisser au phénomène sa netteté géométrique. M. Arago pensait qu'elles avaient pour effet de supprimer par moments des parties d'une étendue sensible sur le bord du disque solaire. On le voit du moins parcouru par un continuel mouvement vermiculaire, qui lui donne parfois, près de l'horizon, l'aspect dentelé d'une scie. On sent combien la moindre agitation peut retarder la perception d'un mince filet de lumière sur les bords; car ici on ne saurait compter, comme pour les détails permanents d'une figure, sur ces instants fugitifs de calme que les astronomes anglais appellent *a glimpse*, et que l'observateur attend avec patience dans les cas habituels. D'autre part, la fatigue de l'œil et l'éblouissement causé par la contemplation prolongée d'une grande surface très-lumineuse, la dilatation factice du disque solaire inhérente à toute image optique d'un vif éclat, les petits défauts de la lunette, de la mise au point, etc., se joignent à la cause précédente et achèvent de rendre le succès bien douteux. Les deux mémorables expériences faites en 1761 et 1769, et celles que nous devons à tous les passages de Mercure, justifient trop ces appréhensions pour qu'il soit permis de les négliger.

» Telles sont aussi, sans aucun doute, les raisons qui auront décidé les astronomes allemands à reléguer au second plan la méthode des contacts, pour mettre au premier un procédé plus sûr à leurs yeux. Une Commission composée de MM. Hansen, Argelander, Paschen, Bruhns, Förster, Auwers et Winnecke, à laquelle M. de Struve a été adjoint comme expert, a été convoquée l'an dernier, à Berlin, par la Chancellerie de la Confédération de

l'Allemagne du Nord, à l'effet d'aviser aux préparatifs des expéditions projetées pour le prochain passage de Vénus. Elle s'est prononcée à l'unanimité, dès sa première séance, pour un système de mesure bien connu et déjà pratiqué d'ailleurs, depuis longtemps, dans les passages de Mercure, lequel consiste à déterminer, à l'aide de l'héliomètre, non pas au bord du Soleil, mais sur le disque même de cet astre, les coordonnées relatives de Vénus, c'est-à-dire sa distance au centre du Soleil et son angle de position.

» Ne pouvant partager, je l'avoue, la grande confiance de nos collègues d'outre-Rhin dans cet emploi spécial de l'héliomètre de Fraunhofer, et persuadé aussi que l'usage des micromètres ordinaires serait encore plus pénible et moins sûr, j'estime que le seul mode qui présente des garanties complètes, c'est l'observation photographique, dont j'ai poursuivi depuis si longtemps l'introduction dans les mesures astronomiques. Ce genre d'observation supprime l'observateur, et avec lui l'anxiété, la fatigue, l'éblouissement, la précipitation, les erreurs de nos sens, en un mot l'intervention toujours suspecte de notre système nerveux. Il ne supprime pas les petits troubles d'origine atmosphérique, mais en permettant de multiplier indéfiniment les épreuves, il promet une compensation parfaite des écarts dus à cette cause. Il ne supprime pas les défauts de l'appareil optique, mais en ramenant les mesures géométriques à la détermination des centres des disques au moyen du contour entier de leurs circonférences, il fait disparaître la difficulté propre à la méthode de Halley, où tout dépend d'un imperceptible élément de contact entre ces bords, si différents par leurs modes propres de visibilité.

» Ainsi, avec la Commission de Berlin, je voudrais reléguer l'ancien procédé au second plan, mais, au lieu de le remplacer comme elle par les mesures héliométriques, où j'entrevois bien des difficultés, je propose de mettre au premier rang l'observation photographique de Vénus sur le Soleil (1), combinée avec l'enregistrement électrique de l'instant de la production des images, et avec la détermination de l'heure par l'observation photographique du Soleil au méridien (2). Ce serait la suppression complète de l'observateur.

» Heureusement tout le monde s'accorde enfin sur ce point, qu'il faut faire figurer la photographie parmi les procédés d'observation : mais chaque

---

(1) Y compris les contacts qui pourraient être photographiés à part.

(2) *Voir* ma Note sur l'état de la photographie astronomique en France (*Comptes rendus*, t. L, p. 965; 1860).

nation agira suivant son génie particulier dans la direction qu'il lui faudra imprimer à l'ensemble de ses entreprises. La visée principale des Anglais, c'est, je crois, de faire réussir une bonne fois la méthode des contacts, proposée par un de leurs plus célèbres compatriotes; celle des Allemands, c'est l'application de l'héliomètre de Fraunhofer, consacré, chez eux, par le souvenir des belles mesures de Bessel; la nôtre, à mon avis, devrait être l'application intégrale des méthodes originairement dues aux découvertes de Daguerre, d'Arago et d'Ampère. Nous verrons à quelle nation reviendra l'honneur d'avoir le mieux servi la science dans cette lutte généreuse.

» En dehors de toute préoccupation patriotique, ma confiance est fondée sur l'expérience que j'ai acquise il y a bien longtemps, dans les ateliers de M. Porro, en mesurant les magnifiques épreuves que nous avions obtenues (avec M. Quinet, pour la photographie, et MM. Baudoin et Digney frères, pour l'enregistrement électrique du temps), par l'emploi du collodion sec et au moyen d'une gigantesque lunette de 15 mètres de longueur focale. Les épreuves de l'éclipse de 1858, que j'ai eu l'honneur de présenter le jour même de l'éclipse à l'Académie, laissaient bien loin en arrière, malgré quelques défauts uniquement dus à l'exiguïté de nos moyens pécuniaires, tout ce qu'on m'a montré depuis en ce genre. Sur les clichés ainsi obtenus directement au foyer, *sans agrandissement ultérieur*, le diamètre du Soleil était de 15 centimètres et la seconde d'arc valait $\frac{15}{192}$ de millimètre; par suite, l'effet total dû à la parallaxe relative de Vénus en 1874 (au moins 40") répondrait à un déplacement de 3 millimètres sur des épreuves pareilles obtenues en deux lieux bien choisis. Or quand bien même cette grandeur considérable serait mesurée grossièrement à l'aide d'une simple règle divisée, un double décimètre par exemple, et par simple estime à $\frac{1}{10}$ de millimètre près, ou à $\frac{1}{30}$ du tout, pour en déduire la parallaxe du Soleil, il faudrait encore diviser ces résultats par 5, et on voit qu'on obtiendrait finalement cette parallaxe à $\frac{1}{150}$ près. Mais en réalité on appliquera à ces épreuves des appareils micrométriques pareils à celui que M. Porro avait disposé pour moi, et l'on poussera beaucoup plus loin l'exactitude. Les épreuves elles-mêmes gagneront en précision si on les obtient à l'aide d'objectifs convenablement achromatisés par des procédés semblables à ceux de M. Rutherford, et parfaitement étudiés d'avance. Enfin on pourra multiplier presque indéfiniment ces épreuves et ces mesures pendant la longue durée du passage. J'ai voulu seulement montrer, par l'exemple de résultats acquis et d'expériences couronnées de succès, que la méthode photogra-

phique conduit aisément au but, au moyen de deux stations convenablement choisies, et ne le cède en aucune manière aux espérances qu'avait fait concevoir autrefois la méthode de Halley.

» Il y a plus, la méthode photographique n'exige nullement dans la pratique, comme celle de Halley, la combinaison de deux stations. J'ai remarqué qu'il suffirait de se placer, avec un héliomètre ou mieux avec un appareil photographique, en un quelconque des points du globe terrestre qui voient le Soleil culminer au zénith pendant un passage de Vénus, pour déterminer complétement la parallaxe relative de cet astre, au moyen de mesures obtenues dans cette seule station. En 1874, cette région est très-voisine du tropique du Capricorne et traverse tout le continent australien. Le point le plus avantageux se trouverait au nord de la baie des Chiens marins. L'effet parallactique, il est vrai, serait deux fois moindre que dans le cas de deux stations combinées; mais je le crois bien suffisant, et il est en tout cas digne de remarque qu'un photographe convenablement outillé obtiendrait ainsi, à lui seul, un résultat supérieur à celui qu'on acceptait encore avec tant de confiance il y a dix ans; il déterminerait à lui seul, je le répète, la distance de la Terre au Soleil avec plus de certitude que tous les savants du monde entier en 1769. L'épreuve mériterait assurément d'être tentée par les observatoires australiens.

» Voici le moment de signaler aux observateurs l'appareil ingénieux que M. Laussedat a employé, à deux reprises, en Algérie (avec le concours de M. Girard, pour la photographie) et en Italie, dans le but d'*observer* photographiquement le passage de la Lune sur le Soleil. M. Laussedat a eu l'idée de rendre fixe la lunette photographique dans une direction horizontale et de renvoyer vers cette lunette la lumière du Soleil au moyen d'un héliostat. Pour être en état, et c'est ici le point capital, de soumettre les épreuves ainsi obtenues à des mesures précises, M. Laussedat a parfaitement reconnu qu'il fallait déterminer avec exactitude l'orientation de l'axe de cette lunette. Il y est parvenu en plaçant cette lunette dans la direction même de sa Lunette méridienne, et en assurant, à l'aide d'un bon niveau, l'horizontalité d'un des bords de la plaque sensible. On obtient ensuite par le calcul les éléments nécessaires pour transformer les coordonnées mesurées sur les clichés en coordonnées célestes rapportées aux cercles usités en astronomie. M. Laussedat me paraît donc fondé à s'exprimer sur ce sujet comme il le fait dans la Lettre suivante, qu'il a bien voulu m'adresser le 20 février dernier :

« Voulez-vous me permettre de vous entretenir d'un autre sujet dont les astronomes s'occupent beaucoup depuis quelque temps. Je veux parler du prochain passage de Vénus sur le disque solaire.

» On a cherché, avec le plus grand soin, les localités où l'observation pourra se faire dans les meilleures conditions sous tous les rapports; on s'est attaché à prévoir les différentes causes d'erreur, les illusions d'optique, etc., qui pourraient infirmer des résultats acquis à grands frais et avec beaucoup de fatigue.

» Au nombre des méthodes recommandées, principalement en Angleterre (et je sais combien vous en êtes vous-même partisan), se trouve celle des épreuves photographiques. Les *Monthly Notices* renferment, à ce sujet, des notes extrêmement importantes de M. Warren de la Rue, de M. le major Tennant et de M. Proctor, qui ne vous ont certainement pas échappé.

» Une des causes d'erreur dont il semble le plus difficile de se garantir est celle qui dépend de la manière dont les épreuves sont repérées (dont les angles de position sont déterminés) pour permettre la comparaison de celles qui ont été obtenues dans des stations différentes.

» Dans le dernier numéro des *Monthly Notices*, M. Proctor indique comment il convient de choisir les stations pour que les effets de cette erreur aient la moindre influence possible sur l'exactitude du résultat. M. Warren de la Rue, de son côté, a montré que la détermination de l'angle de position pouvait se faire avec une grande précision, en répondant aux appréhensions du major Tennant qui ont provoqué les recherches de M. Proctor. Il est certain que l'on devra préférer les stations indiquées par cet astronome pour y prendre des épreuves photographiques; mais, comme elles ne sont pas très-nombreuses, et qu'il me semblerait regrettable de renoncer partout ailleurs à la photographie, je crois devoir vous présenter les réflexions suivantes.

» L'inconvénient le plus grave, très-probablement, que l'on rencontre quand on cherche l'angle de position sur une épreuve photographique (et j'entends par là l'angle d'une ligne de repère tracée sur l'épreuve avec le diamètre N.-S. du Soleil), provient des irrégularités de position de la lunette conduite par un mouvement d'horlogerie; c'est, du moins, ce que je suppose. Or cet inconvénient se trouve évité dans la disposition que j'avais adoptée en Algérie, lors de l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860.

» Cette disposition est celle-là même que Foucault a imaginée plus tard pour entreprendre des études variées d'astronomie physique, et qu'il se proposait de réaliser dans un instrument désigné par lui sous le nom de *Sidérostat*. Il serait inutile de vous faire la description d'un appareil que vous connaissez parfaitement, depuis l'époque où vous avez rendu compte à l'Académie des observations faites à Batna. D'ailleurs l'instrument analogue de Foucault vient d'être réalisé avec un très-grand soin. Je me bornerai donc à émettre le désir de voir appliquer le principe sur lequel il est fondé à la solution de la difficulté signalée par les astronomes anglais. Il est très-aisé de voir, en effet, que, la lunette qui porterait l'appareil photographique étant disposée invariablement dans une direction déterminée astronomiquement et repérée à l'aide d'une mire et d'un collimateur, les irrégularités accidentelles du mouvement du miroir qui projette l'image du Soleil dans l'axe de cette lunette seraient sans danger. On pourrait, dans tous les cas, à l'aide de mouvements de rappel, ramener l'image au centre de la plaque dépolie à laquelle on substitue les plaques sensibles; et quand bien

même l'image s'écarterait de cette position normale, on l'y ramènerait sans peine par le calcul.

» Je ne veux pas, dans cette Lettre, entrer dans des détails que vous pressentirez sans aucun doute, mais l'expérience que j'ai faite en 1860, et que j'ai répétée en 1867, en Italie, sur des épreuves du Soleil (l'éclipse n'ayant pas pu être observée à cause des nuages), m'a convaincu de l'extrême précision dont la méthode est susceptible.

» Ne vous semblerait-il pas prudent, si les astronomes français veulent prendre part aux expéditions qui auront pour but la détermination nouvelle de la parallaxe du Soleil en 1874, de faire, dès à présent, des essais multipliés de photographie et d'étudier les appareils et les procédés, afin d'éviter les mécomptes? »

» Grâce aux procédés de M. Foucault, si bien appliqués par M. Martin, il est possible aujourd'hui d'obtenir des miroirs parfaitement plans : cela achève de rendre l'ingénieux appareil de M. Laussedat tout à fait applicable à l'observation du passage de Vénus. Je n'ai pour ma part qu'une modification à proposer, mais elle me paraît essentielle. Les expériences que j'ai faites en 1858 avec une longue lunette de 15 mètres établissent à mes yeux la supériorité des épreuves de grandes dimensions, quand il s'agit de mesures. Celles qu'on a obtenues depuis sont trop petites; il faudrait au préalable les agrandir ou y appliquer de forts grossissements; or on grossit en même temps les défauts inévitables du cliché primitif qu'il serait superflu d'énumérer ici. Je parle, bien entendu, des défauts photographiques et non des défauts inhérents à toute image optique des astres, tels que les effets de la réfraction accidentelle et de la dispersion atmosphérique. Avec des objectifs de 16 ou 20 mètres de distance focale, par exemple, on obtiendrait du premier coup des images sur lesquelles le déplacement parallactique de Vénus serait représenté, comme je l'ai fait voir tout à l'heure, par une grandeur linéaire qui rendrait absolument impossible toute erreur pareille à celle de l'ancienne évaluation de la parallaxe du Soleil. Sans doute il serait bien difficile d'installer au loin une pareille lunette quand elle doit prendre une direction quelconque; mais rien n'est plus aisé dans le système de M. Laussedat, car il suffit de séparer entièrement l'objectif de l'appareil oculaire ou photographique, et de les installer sur des piliers séparés, entre lesquels le tuyau ordinaire serait supprimé et remplacé par un simple abri en toile. Quant aux très-intéressantes suggestions de M. Proctor (*Monthly Notices*) sur les moyens d'éviter, par un choix convenable des stations photographiques, l'influence des erreurs relatives à la direction des lignes de repère, je dirai que ces lignes ont toujours sur les épreuves, quand elles y sont projetées, une netteté admirable, bien supérieure à celle des bords mêmes du Soleil, et

que les moyens déjà employés par M. Laussedat pour y rapporter par le calcul les lignes de repère célestes mettront les astronomes en état d'utiliser toutes les observations photographiques obtenues dans des stations quelconques. Restent les essais préalables que M. Laussedat recommande avec tant de raison : il n'est pas besoin de dire qu'ils sont déjà compris dans le programme des prévisions actuelles de la Commission. »

THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR. — *Note sur les changements d'état d'un mélange d'une vapeur saturée et de son liquide, suivant une ligne adiabatique; par* **M. Phillips.**

« On admet généralement que, quand un mélange d'une vapeur saturée et du liquide générateur change d'état suivant une ligne adiabatique, toute augmentation du volume est accompagnée d'un abaissement de température, et toute diminution du volume, d'une élévation de température. Ce fait, en raison de sa généralité et des conséquences qu'on en tire, m'a paru mériter d'être l'objet d'une démonstration directe qui forme le sujet de cette Note.

» Considérons l'unité de poids (1 kilogramme) d'un mélange comprenant un poids m de vapeur et un poids $1-m$ du liquide.

» Soient

t la température actuelle,

$a+t$ la température absolue,

p la pression correspondante,

c la chaleur spécifique du liquide à la température t et sous la pression p,

r la chaleur de vaporisation,

u l'excès du volume de 1 kilogramme de vapeur saturée sur celui de 1 kilogramme du liquide dans les mêmes conditions de température et de pression,

dU l'accroissement infiniment petit de la chaleur interne du mélange après un changement d'état infiniment petit,

dQ la quantité infiniment petite de chaleur reçue ou émise par le mélange pendant ce changement d'état,

A l'équivalent calorifique du travail.

On a, comme on sait,

$$dQ = dU + A\,pd(mu),$$

ou, comme $dQ = 0$, puisque le changement d'état a lieu suivant une ligne adiabatique, il vient

$$(1)\qquad dU = -A\,pd(mu).$$

» Remplaçant u par sa valeur tirée de l'équation connue

$$r = \mathrm{A}(a+t)\frac{dp}{dt}u,$$

on a

$$d\mathrm{U} = -pd\left[\frac{mr}{(a+t)\frac{dp}{dt}}\right],$$

ou, en développant,

$$(2) \qquad d\mathrm{U} = -p\left[\left(\frac{dp}{dt}\right)^{-1} d\left(\frac{mr}{a+t}\right) - \frac{mr}{a+t}\left(\frac{dp}{dt}\right)^{-2}\frac{d^2p}{dt^2}dt\right].$$

» L'équation de M. Clausius devient, dans le cas actuel,

$$\frac{c\,dt}{a+t} + d\left(\frac{mr}{a+t}\right) = 0.$$

» Tirant de cette formule la valeur de $d\left(\frac{mr}{a+t}\right)$ et la substituant dans (2), on a définitivement

$$(4) \qquad \frac{d\mathrm{U}}{dt} = \frac{p}{\left(\frac{dp}{dt}\right)^2(a+t)}\left(c\frac{dp}{dt} + mr\frac{d^2p}{dt^2}\right).$$

» Or les Tables construites en prenant pour bases les expériences de M. Regnault (*voir* la dernière édition du *Traité* du Dr Zeuner, 1869) indiquent pour toutes les vapeurs saturées : 1° que $\frac{dp}{dt}$ est toujours positif; 2° que $\frac{dp}{dt}$ croît toujours avec la température et, par suite, que $\frac{d^2p}{dt^2}$ est aussi positif. C'est ce qu'on peut constater, d'après ces Tables : 1° pour la vapeur d'eau, de zéro à 200 degrés; 2° pour celle d'éther, de zéro à 120 degrés; 3° pour celle d'alcool, de zéro à 150 degrés; 4° pour celle d'acétone, de zéro à 140 degrés; 5° pour celle de chloroforme, de zéro à 160 degrés; 6° pour celle de chlorure de carbone, de zéro à 160 degrés; 7° pour celle de sulfure de carbone, de zéro à 150 degrés; 8° pour celle de mercure, de 140 à 520 degrés; 9° pour celle d'acide carbonique, de — 25 à 45 degrés. Dans ces Tables, les pressions sont données de 5 en 5 degrés pour la vapeur d'eau et pour la vapeur d'acide carbonique; de 20 en 20 degrés pour celle de mercure, et de 10 en 10 degrés pour toutes les autres vapeurs.

» L'équation (4) fait voir en conséquence que $\frac{d\mathrm{U}}{dt}$ est toujours positif, et,

par suite, que la chaleur interne du mélange varie constamment dans le même sens que la température. Or, à cause du travail extérieur, la chaleur interne varie en sens inverse du volume du mélange. Il arrive donc nécessairement que toute augmentation de ce volume est accompagnée d'un abaissement, et toute diminutiou de ce volume, d'une élévation de la température. »

CHIMIE. — *De l'état naissant* (deuxième Mémoire); *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Dans une précédente Communication (*voir* p. 20 de ce volume), j'ai fait voir qu'il est inutile, pour expliquer la formation de l'ammoniaque par le contact du zinc et de l'acide nitrique, d'avoir recours à l'hypothèse d'un état particulier des corps, l'état naissant. J'étudierai aujourd'hui ce qui se passe lorsque le zinc est en contact avec un mélange d'acide sulfurique ou chlorhydrique et d'acide nitrique.

» L'appareil dont je me suis servi, et qui a également été employé dans les recherches expérimentales de ma dernière Note, était ainsi conçu. Un flacon à trois tubulures, d'un peu plus d'un litre de capacité, contenait les matières réagissantes, c'est-à-dire :

» De l'eau bouillie et refroidie dans une atmosphère d'acide carbonique pur;

» Des barreaux cylindriques de zinc distillé, terminés à leur partie supérieure par des fils de platine recourbés et soudés dans leur intérieur pendant le moulage de ces barreaux : ces barreaux étaient pesés avant et après l'expérience, pour déterminer la quantité de zinc dissous, le fil de platine servant à introduire dans le flacon et à extraire les barreaux de zinc;

» Les acides sulfurique, chlorhydrique et nitrique que l'on versait en quantités et volumes déterminés à l'avance par des mesures et des titrages rigoureusement exécutés.

» Le flacon et toutes les parties de l'appareil décrit plus loin étaient constamment traversés par un courant d'acide carbonique provenant d'un de ces générateurs à dégagement continu que j'ai fait connaître depuis longtemps (1). On introduisait les acides et le zinc dans le flacon, de manière qu'il ne pût y rentrer aucune trace d'air.

---

(1) Ces appareils, de dimension moyenne, avaient, avant d'être employés, fourni plus de 1 mètre cube d'acide carbonique, et le gaz qui en sortait était absorbable, sans résidu visible, par de l'eau distillée et bouillie.

» Les gaz provenant de la réaction des acides sur le zinc traversaient un tube en U contenant des cristaux de bicarbonate de soude, pour arrêter l'acide nitreux, et du chlorure de calcium fondu pour les dessécher.

» De là ils passaient dans un tube de verre de Bohême, contenant d'abord de l'oxyde de cuivre, puis du cuivre métallique, où l'hydrogène se transformait en eau et les gaz composés oxygénés de l'azote perdaient leur oxygène. Ce tube, chauffé au gaz dans un manchon de terre cuite et à une température peu élevée, était pesé avant et après l'expérience, plein d'acide carbonique.

» La vapeur d'eau, l'azote et l'acide carbonique qui balaye constamment l'appareil traversaient un tube en U, contenant dans son intérieur d'abord un petit réservoir pour recevoir l'eau condensée, ensuite du chlorure de calcium fondu pour arrêter la vapeur d'eau.

» Enfin le mélange d'acide carbonique et d'azote était reçu sur une petite cuve, dont le liquide était de la potasse étendue, et dans des tubes gradués remplis avec ce même liquide. En portant ce tube gradué sur la cuve à eau, on mesurait l'azote sorti de l'appareil. Lorsque la quantité de zinc dissous était jugée suffisante, on faisait sortir les barreaux au moyen d'un large tube plongeant dans la liqueur, et au centre duquel se réunissaient les fils de platine recourbés et attachés à ces barreaux. On les lavait, on les séchait et on les pesait pour déterminer la perte de poids qu'ils avaient subie.

» La liqueur restant dans le flacon était alors traversée par un courant assez rapide d'acide carbonique, qu'on continuait jusqu'à ce que tous les gaz dissous dans l'eau fussent déplacés, ce qu'on reconnaissait à ce que les bulles arrivant dans le tube gradué plein de potasse étaient absorbées d'une manière à peu près absolue. (Chaque opération durait de douze à quinze heures.) Alors on prenait 10 centimètres cubes de la liqueur zincifère, et on y versait du permanganate titré, pour y déterminer la quantité d'acide nitreux qui s'y était formé.

» Puis on prenait 500 centimètres cubes de cette même liqueur, on la distillait avec un alcali pour chasser l'ammoniaque, qu'on dosait au moyen d'un acide titré. Connaissant le volume total de la liqueur, on calculait l'acide nitreux et l'ammoniaque qui s'y étaient formés.

» On avait, par ces diverses pesées ou titrages : 1° la quantité de zinc dissous ; 2° la quantité d'oxygène enlevé à l'oxyde de cuivre ou fixé sur le cuivre ; 3° la quantité d'eau formée ; 4° la quantité d'azote dégagé ; 5° la

quantité d'ammoniaque; 6° enfin la quantité d'acide nitreux contenu dans la liqueur. Ce dernier nombre n'était considéré que comme une approximation, surtout à cause de l'incertitude qui se rattache à sa détermination, incertitude déjà signalée par M. Terreil et par M. Fremy. Je le calculai par différence, en cherchant la quantité de zinc manquant, et par suite oxydé sous l'influence de la production de l'acide nitreux.

» Avec l'eau produite, on calcule les quantités d'hydrogène dégagé par le zinc et d'oxygène enlevé à l'oxyde de cuivre. Avec le dernier nombre et la variation du poids du tube à cuivre et à cuivre oxydé, on calcule l'oxygène fixé sur le cuivre ou enlevé à l'oxyde. On obtient ainsi l'oxygène provenant de la désoxydation des composés nitreux. Enfin, le volume de l'azote étant connu, on en déduit le poids.

» Les poids d'azote et d'oxygène ainsi fixés, on cherche si la quantité d'oxygène est supérieure aux $\frac{4}{7}$ de l'azote. Dans ce cas, on admet qu'on a un mélange de protoxyde d'azote (x) et de bioxyde (y), et on calcule ces quantités par les formules suivantes, dans lesquelles a représente le poids de l'azote et o le poids de l'oxygène :

$$x = 11\left(\frac{2}{7}a - \frac{1}{4}o\right),$$
$$y = 15\left(\frac{1}{4}o - \frac{1}{7}a\right).$$

» En admettant que, dans ce cas, il n'y a dans les gaz que du protoxyde et du bioxyde d'azote, on fait une hypothèse qui n'est peut-être pas bien fondée; mais la formule ci-dessus n'avertira pas de l'erreur, car un mélange d'azote et de bioxyde d'azote à équivalents égaux a la même composition que le protoxyde d'azote ($2AzO = Az + AzO^2$).

» Si l'oxygène est insuffisant pour que l'azote soit transformé en protoxyde, on calculera facilement la quantité d'azote libre par les formules connues.

» Dans les tableaux qui vont suivre, on trouvera :

» 1° Les quantités d'acides supposés anhydres mis en contact avec le zinc exprimées en grammes.

» 2° Les produits de la réaction calculés dans l'hypothèse où il se serait dissous 1 équivalent de zinc dans la réaction, c'est-à-dire les nombres bruts multipliés par la fraction $\frac{Zn}{b}$, b étant la quantité de zinc réellement dissous et Zn étant égal à 33.

» 3° Les quantités de zinc dissous par suite de la formation des divers

produits, ammoniaque, hydrogène, azote, etc., 1 équivalent d'ammoniaque exigeant l'oxydation de 8 équivalents de zinc, etc.

» 4° La quantité d'acide nitrique anhydre consommé soit pour l'oxydation du zinc, soit pour la formation des produits de la réaction : ainsi 1 équivalent d'ammoniaque, d'azote, etc., exige, pour se produire, la décomposition de 1 équivalent d'acide nitrique anhydre.

» 5° Je rappelle que les acides employés sont toujours mélangés à une quantité d'eau telle, que le volume total fasse exactement 1 litre.

1. *Acide nitrique et zinc.*

	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique consommé.
Acide nitrique.....	2			4			6		
Ammoniaque......	0,825	12,81	2,62	0,790	12,26	2,51	0,836	12,98	2,66
Azote............	1,004	11,83	3,87	0,934	11,01	3,60	1,000	11,79	3,86
Protoxyde d'azote..	"	"	"	"	"	"	0,412	2,47	1,01
Acide nitreux	4,813	8,36	6,84	5,620	9,73	7,97	3,315	5,76	4,72
		33,00	13,33		33,00	14,08		33,00	12,25
Acide nitrique.....	8			10			12		
Ammoniaque......	0,916	14,21	2,91	0,712	11,06	2,26	0,719	11,17	2,28
Azote............	0,916	10,78	3,53	0,701	8,26	2,70	0,730	8,60	2,82
Protoxyde d'azote..	0,319	1,91	0,78	0,275	1,65	0,78	0,210	1,26	0,52
Acide nitreux......	3,512	6,10	4,99	6,927	12,03	9,84	6,892	11,97	9,79
		33,00	12,21		33,00	15,58		33,00	15,41
Acide nitrique.....	14			16			18		
Ammoniaque......	0,942	14,62	3,00	0,969	15,05	3,08	0,724	11,24	2,30
Azote............	0,241	2,84	0,93	0,326	3,84	1,26	0,024	0,30	0,09
Protoxyde d'azote..	1,538	9,29	2,19	1,378	8,27	3,38	1,555	9,33	3,82
Acide nitreux......	3,598	6,25	5,11	3,362	5,84	4,78	6,920	12,13	9,83
		33,00	11,23		33,00	12,50		33,00	16,04
Acide nitrique.....	20								
Ammoniaque......	0,826	12,83	2,63						
Azote.......... ..	"	"	"						
Protoxyde d'azote .	1,888	11,33	4,63						
Acide nitreux.....	5,095	8,84	7,23						
		33,00	14,49						

2. *Acides sulfurique et nitrique et zinc.*

	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique con-sommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique con-sommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique con-sommé.
Acide sulfurique...	46			45			44		
Acide nitrique.....	″			0,5			1		
Hydrogène........	0,997	32,92		0,9008	29,73	″	0,8443	27,86	″
Ammoniaque......	″	″		0,121	1,88	0,38	0,290	4,50	0,92
Azote.............	0,005	0,06[1]		0,012	0,14	0,05	0,010	0,12	0,04
Protoxyde d'azote..	″	″		0,027[3]	0,16	0,07	0,044[3]	0,26	0,11
Acide nitreux......	″	0,02[2]		0,627	1,09	0,89	0,150	0,26	0,21
		33,00			33,00	1,39		33,00	1,28
Acide sulfurique...	42			40			38		
Acide nitrique. ...	2			4			6		
Hydrogène........	0,660	21,78	″	0,361	11,91	″	0,0555	1,83	″
Ammoniaque......	0,561	8,71	1,78	1,179	18,31	3,75	1,801	27,97	5,72
Azote.............	0,062	0,37	0,24	0,105	0,63	0,41	″	″	″
Protoxyde d'azote..	″	″	″	″	″	″	0,226	1,36	0,56
Acide nitreux......	1,232	2,14	1,75	1,238	2,15	1,76	1,059	1,84	1,51
		33,00	3,77		33,00	5,92		33,00	8,79
Acide sulfurique...	36			34			32		
Acide nitrique.....	8			10			12,5		
Hydrogène........	0,033	0,11	″	0,022	0,07	″	″	″	″
Ammoniaque......	1,471	22,84	5,67	1,152	17,89	3,66	1,056	16,40	3,36
Azote.............	0,019	0,22	0,07	0,065	0,77	0,25	0,205	2,42	0,79
Protoxyde d'azote..	1,408	8,45	3,46	1,900	11,40	4,66	2,011	12,07	4,91
Acide nitreux......	0,795	1,38	1,13	1,660	2,87	2,35	1,215	2,11	1,73
		33,00	10,33		33,00	10,92		33,00	10,79
Acide sulfurique...	30			28			24		
Acide nitrique.....	15			17,1			21		
Hydrogène........	″	″	″	″	″	″	″	″	″
Ammoniaque......	0,831	12,90	2,64	1,210	18,80	3,85	0,746	11,58	2,37
Azote.............	0,622	7,33	2,40	0,079	0,93	3,05	0,076	0,90	0,29
Protoxyde d'azote .	1,779	10,67	4,37	1,609	9,65	3,95	1,520	9,12	3,73
Acide nitreux......	1,209	2,10	2,98	2,084	3,62	2,96	5,930	10,30	8,43
		33,00	12,39		33,00	13,81		33,00	14,82

(1) Azote de l'air accidentel ou de l'acide sulfurique.

(2) Perte dans l'analyse.

(3) Ces petites quantités de protoxyde d'azote indiquent une cause d'erreur. Les quantités d'acide nitrique employées étant extrêmement faibles, la moindre quantité d'oxygène ou d'air contenu dans les appareils ou dans l'acide carbonique devient très-grande par rapport à l'azote dégagé.

3. *Acides chlorhydrique et nitrique et zinc.*

	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique con-sommé.	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique con-sommé	MATIÈRES employées ou produites.	ZINC oxydé.	ACIDE nitrique con-sommé.
Acide chlorhydrique.	16,43[1]			14,61			12,78		
Acide nitrique......	2,70			5,40			8,10		
Hydrogène.........	0,195	6,43		0,0177	0,37	//	0,0065	0,22	//
Ammoniaque.......	1,618	25,13	5,13	1,459	22,65	5,62	1,529	23,74	4,86
Azote.............	0,108	1,27	0,42	0,497	5,85	1,92	0,092	1,08	0,35
Protoxyde d'azote...	//	//	//	//	//	//	1,116	6,70	2,74
Bioxyde d'azote.....	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Acide nitreux.......	0,092	0,17	0,13	2,378	4,13	3,38	0,725	1,26	1,03
		33,00	5,68		33,00	10,92		33,00	8,88
Acide chlorhydrique.	10,96			9,14			7,39		
Acide nitrique......	10,80			13,50			16,20		
Hydrogène.........	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Ammoniaque.......	1,472	22,85	4,68	1,244	19,32	3,95	1,224	19,02	3,89
Azote.............	1,153	1,79	0,59	//	//	//	0,026	0,31	0,10
Protoxyde d'azote...	1,226	7,36	3,01	0,548	3,29	1,35	1,672	10,03	4,10
Bioxyde d'azote.....	//	//	//	0,715	2,36	1,29	//	//	//
Acide nitreux.......	0,576	1,00	0,82	4,623	8,03	6,57	2,095	3,64	2,98
		33,00	9,10		33,00	13,16		33,00	11,07
Acide chlorhydrique.	5,47			3,65			1,82		
Acide nitrique......	18,70			21,60			24,30		
Hydrogène.........	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Ammoniaque.......	1,205	18,69	3,82	1,117	17,35	3,55	0,924	14,35	2,93
Azote.............	0,081	0,95	0,29	//	//	//	//	//	//
Protoxyde d'azote...	1,642	9,85	4,03	1,304	7,82	3,20	2,289	13,74	5,62
Bioxyde d'azote.....	//	//	//	0,462	1,53	0,83	0,211	0,74	0,38
Acide nitreux.......	2,095	3,51	2,87	3,627	6,30	4,09	2,401	4,17	3,41
		33,00	11,01		33,00	11,67		33,00	12,24

(1) Les quantités d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique sont telles que l'acide chlorhydrique va décroissant depuis $\frac{9}{20}$ d'équivalent jusqu'à $\frac{1}{20}$, et l'acide nitrique va croissant depuis $\frac{1}{20}$ jusqu'à $\frac{9}{20}$ d'équivalent, la somme de ces rapports étant toujours $\frac{1}{2}$. Ainsi, dans cette première expérience, $16,4 = 36,5 \times \frac{9}{20}$, et 2,70 d'acide nitrique $= 54 \times \frac{1}{20}$, et $\frac{9}{20} + \frac{1}{20} = \frac{1}{2}$.

» Le premier de ces tableaux contient les produits de l'attaque du zinc par l'acide nitrique. Les résultats en ont été discutés dans ma Communication précédente (page 20 de ce volume), à laquelle je renvoie.

» Le second de ces tableaux contient les produits de l'attaque du zinc par un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique, les proportions de celui-ci par rapport à l'acide sulfurique allant en croissant régulièrement depuis la première jusqu'à la dernière expérience.

» On y voit que la quantité d'hydrogène décroît régulièrement au fur et à mesure que la quantité d'acide nitrique augmente : à un certain moment l'hydrogène s'annule complétement. On en conclut que les deux acides sulfurique et nitrique agissent sur le zinc comme s'ils étaient isolés. Seulement, quand le dernier devient prédominant, il se fait autour des barreaux de zinc une couche liquide de sels dans lesquels le nitrate de zinc est en forte proportion. Autour de cette couche, l'acide sulfurique décompose rapidement le nitrate, s'empare de l'oxyde de zinc et régénère l'acide nitrique, qui dissout de nouveau du zinc, et ainsi de suite, sans que l'acide sulfurique puisse jamais arriver au contact du métal. C'est ce qui explique la disparition complète de l'hydrogène, et, à ce moment, le dégagement de gaz cesse presque complétement.

» Le troisième tableau fait voir que le mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique agit sur le zinc comme si les deux acides étaient isolés, et non pas comme s'ils formaient préalablement de l'eau régale, laquelle détruirait l'ammoniaque. En outre, l'acide sulfurique dissout le zinc moins rapidement que l'acide chlorhydrique, si bien que, pour annuler complétement l'action de 1 équivalent d'acide sulfurique, il suffit de 0,29 équivalent d'acide nitrique, tandis que, pour neutraliser l'action de 1 équivalent d'acide chlorhydrique, il faut 0,67 équivalent d'acide nitrique, c'est-à-dire plus du double.

» Enfin l'acide sulfurique déplace avec une facilité très-grande l'acide nitrique du nitrate de zinc, tandis que, pour transformer du nitrate de zinc en chlorure, il faut employer un grand excès d'acide chlorhydrique et faire bouillir la liqueur pendant un temps très-long. D'après cela, si l'on suppose formée autour du zinc une couche de nitrate, l'acide chlorhydrique contenu dans la liqueur pourra pénétrer plus facilement sans décomposer la couche de nitrate, arriver jusqu'au zinc et développer de l'hydrogène.

» Ainsi tout se trouve rapporté à de simples effets mécaniques, qu'on peut comparer aux phénomènes de polarisation, soit des électrodes, soit des éléments d'une pile où une couche de gaz, empêchant le contact entre le métal et son dissolvant, arrête l'action chimique. Il n'y a donc pas lieu de faire intervenir ici l'hypothèse d'un état naissant des corps : il suffit de rapprocher ces faits d'autres faits bien connus et bien analysés, pour que

leurs analogies sautent aux yeux et qu'ils se trouvent ainsi expliqués, car une explication ou théorie dans les sciences physiques et naturelles ne doit être qu'un système d'analogies liées entre elles par le raisonnement ou l'évidence. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Observations sur la faune ornithologique du Bourbonnais pendant la période tertiaire moyenne*. Note de **M. Alph.-Milne Edwards**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Daubrée, Blanchard.)

« Lorsque j'ai commencé l'étude paléontologique des terrains tertiaires du Bourbonnais, j'étais loin de penser que les Oiseaux dont les débris sont enfouis dans ces dépôts fourniraient, sur le caractère général de la faune miocène de cette partie de la France, des indications plus nettes et plus précises que les Mammifères et les Reptiles fossiles de la même région. En effet, les Oiseaux, doués de puissants moyens de locomotion, se cantonnent d'ordinaire moins que les espèces appartenant à la classe des Mammifères ou à celle des Reptiles.

» A l'époque où j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie mon travail sur les Oiseaux fossiles de la France, rien ne m'autorisait à émettre une opinion de cette nature; mais en poursuivant mes recherches sur ce sujet, je suis arrivé à des résultats nouveaux qui me semblent d'une grande importance et de nature à nous éclairer sur le caractère de cette faune tertiaire mieux que ne pourrait le faire, dans l'état actuel de nos connaissances, l'histoire paléontologique des autres animaux vertébrés du bassin de l'Allier.

» Parmi les Oiseaux fossiles dont j'ai constaté récemment la présence dans les dépôts tertiaires de Saint-Gérand-le-Puy et de Langy, il en est plusieurs qui donnent à cette faune ancienne un caractère presque intertropical et plus particulièrement africain. Tels sont des Perroquets, des Couroucous, des Salanganes, des Gangas, des Marabous, et enfin des Secrétaires ou Serpentaires.

» Les Perroquets constituent une famille parfaitement naturelle, bien délimitée et facile à caractériser par la conformation de ses os, aussi bien que par ses formes extérieures. Elle occupe dans les deux mondes les régions les plus chaudes et ne compte aujourd'hui aucun représentant ni en

Europe ni dans l'Asie extra-tropicale, ni dans la partie de l'Amérique située au nord du golfe du Mexique.

» A l'époque tertiaire il existait en France un Perroquet qui, par ses caractères ostéologiques, s'éloigne notablement des types australiens, ainsi que des Aras et des autres genres américains, et présente beaucoup d'analogie avec certaines espèces africaines, particulièrement avec le *Psittacus erythacus* du Sénégal et de l'Afrique australe. Ce Perroquet tertiaire, que j'ai désigné sous le nom de *Psittacus Verrauxii*, et que je décrirai dans une des prochaines livraisons de mon ouvrage sur les Oiseaux fossiles, est l'unique exemple d'un Psittacien ayant vécu aux époques géologiques, et il établit un premier trait de ressemblance entre la faune ornithologique miocène de l'Allier et la faune actuelle de l'Afrique.

» Les Couroucous ou Trogons, dont le plumage est non moins éclatant que celui des Perroquets, habitent aujourd'hui les parties les plus chaudes du globe; on les trouve en Amérique, en Asie et en Afrique, mais seulement dans la zone torride; or j'ai recueilli, dans les dépôts de Saint-Gérand-le-Puy, des os qui appartiennent indubitablement à un Couroucou. Ces Oiseaux habitent d'ordinaire les lieux très-boisés, où ils se nourrissent d'insectes : aussi la présence du *Trogon gallicus* dans le Bourbonnais tend à prouver qu'il existait, au voisinage des lacs de cette partie de la France, des forêts considérables.

» Les Gangas vivent aujourd'hui en Afrique, ainsi que dans les régions chaudes de l'Asie ; ils ne sont que de passage dans le sud de l'Europe, mais ils se trouvent représentés dans la faune ancienne de l'Allier par une espèce particulière, à laquelle j'ai donné le nom de *Pterocles sepultus*.

» Les Salanganes, qui ont été confondues avec les Hirondelles, par la plupart des ornithologistes, mais qui s'en éloignent beaucoup par leur mode d'organisation et appartiennent à la famille des Martinets ou Cypselides, n'habitent maintenant que l'Inde, la Cochinchine, quelques îles de la Polynésie et les îles Mascareignes. Une espèce de la même famille, et très-voisine des Salanganes actuelles, a laissé des débris dans les terrains tertiaires du Bourbonnais.

» Un grand Oiseau de la famille des Cigognes semble représenter, dans la faune miocène de cette même région, les Marabous, qui, aujourd'hui, se rencontrent depuis le Sénégal jusqu'en Cochinchine.

» La découverte d'un Secrétaire au milieu de cette population ancienne me paraît très-intéressante au point de vue des indications biologiques que l'on peut en déduire et au point de vue zoologique. Le *Serpentarius* ou

Gypogeranus reptilivorus, qui se trouve en Afrique, depuis l'Abyssinie jusque dans le voisinage du Cap de Bonne-Espérance, est aujourd'hui l'unique représentant d'une famille particulière d'Oiseaux de proie organisés pour la course plutôt que pour le vol; or, ainsi que je l'ai montré pour les Flamants, les groupes zoologiques qui, à l'époque actuelle, ne sont représentés que par une seule ou un très-petit nombre d'espèces avaient probablement, à une époque ancienne, une importance numérique non moins grande que les autres groupes naturels de même valeur. L'existence d'un second membre de la famille des Serpentarides à l'époque miocène me paraît donc être un fait important pour la zoologie, et la présence de ces grands Oiseaux de proie en France et en Afrique à des périodes différentes constitue un nouveau trait de ressemblance entre la faune miocène du Bourbonnais et la faune actuelle du continent africain. Je n'ai encore trouvé qu'un seul os du pied de ce Secrétaire fossile, mais les caractères organiques de cette partie du squelette sont si nets, qu'il ne peut y avoir aucune incertitude quant à la détermination du type auquel appartient l'Oiseau dont cette pièce provient.

» Dans mon premier travail, sur les Oiseaux fossiles, soumis au jugement de l'Académie en 1865, j'avais montré qu'à l'époque miocène des Flamants, des Ibis et des Pélicans habitaient les bords des lacs du Bourbonnais, mais j'avais dû mettre beaucoup de réserves dans les conclusions que l'on pouvait tirer de ces faits relativement au climat de la France pendant cette période ou au caractère général de la population ornithologique (1). Les découvertes nouvelles que je viens de faire connaître confirment pleinement les conjectures que j'avais formées à ce sujet et me portent à penser qu'à l'époque où se déposaient les terrains miocènes inférieurs de l'Allier, les conditions biologiques devaient être, dans cette partie de la France, à peu près les mêmes que celles qui existent, de nos jours, dans certaines régions tropicales. »

M. E.-J. Maumené donne lecture d'un Mémoire portant pour titre « Théorie générale de l'action chimique. Deuxième preuve de la nécessité de son emploi pour éviter l'erreur ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

---

(1) *Recherches sur les Oiseaux fossiles*, t. I, p. 13.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Des moyens de détruire les miasmes contagieux des hôpitaux, tant dans l'air des salles, que dans celui qui est expulsé sur les villes par les différents systèmes de ventilation en usage; par* **M. C. Wœstyn.**

(Commissaires : MM. Dumas, Morin, Andral, H. Sainte-Claire Deville, Bouillaud.)

« La mortalité considérable constatée dans les hôpitaux, l'impossibilité d'y faire certaines opérations chirurgicales qui réussissent habituellement dans d'autres locaux, l'influence fatale de ces établissements sur les quartiers voisins sont des vérités acceptées par toutes les personnes compétentes; l'importance du sujet que je vais traiter n'a donc pas besoin d'être démontrée, j'entrerai immédiatement en matière.

» Tous les systèmes de ventilation en usage consistent dans l'introduction d'une proportion d'air frais dans les salles et dans l'évacuation d'une partie d'air vicié; les miasmes délétères et contagieux ne sont donc jamais détruits, mais simplement rejetés en partie sur la ville, où, dans les temps d'épidémie, ils produisent de véritables ravages.

» MM. Pasteur et John Tyndall, dans leurs expériences sur la nature organique de la poussière atmosphérique, ont montré que l'air des grandes villes en était chargé et que celui des campagnes n'en était pas exempt; ces particules flottantes sont extrêmement ténues et ne peuvent être rendues visibles que sous l'influence d'un faisceau lumineux intense.

» Schwann, de Berlin, et Helmholtz ont signalé qu'en élevant la température de l'air on paralysait l'action de ces particules organiques, qu'une décoction de viande, par exemple, placée dans de l'air élevé d'abord à une haute température, n'est jamais envahie par la putréfaction.

» Suivant moi, les appareils de chauffage et de ventilation dans les hôpitaux devraient être absolument installés avec cette condition fondamentale, de brûler les germes organiques contenus dans l'air; je ferai observer que, dans les procédés modernes, ce but important a été complétement négligé, que généralement même l'air brûlé dans ces appareils de chauffage est pris au dehors. Les anciens systèmes de nos pères, où l'on chauffait chaque salle par un poêle ou une cheminée, avaient au moins l'avantage de détruire une partie des germes nuisibles.

» Il conviendrait donc de brûler les éléments organiques contenus dans

l'air des hôpitaux, soit à la sortie des salles, soit à l'issue générale dans la cheminée d'appel. Vu la ténuité de ces corpuscules, un rapide passage près d'une flamme fournira facilement ce résultat; pour que tout l'air empesté soit bien régulièrement grillé, il faut le faire filtrer à travers une section enflammée.

» On devrait, en conséquence, donner à l'appareil de combustion la forme d'une grille à anneaux concentriques percés de trous latéralement et suffisamment écartés, pour que les flammes de deux cercles voisins puissent se rejoindre. L'air, dans son passage, même rapide, à travers une pareille section enflammée, perd toutes ses propriétés délétères. On peut vérifier ce fait par les moyens optiques dont M. Tyndall fit usage, ou bien encore par l'expérience suivante, très-simple et très-démonstrative : si l'on remplit un flacon de l'air qui a passé à travers une pareille grille enflammée, et qu'après y avoir introduit un morceau de viande on le bouche hermétiquement, on constate que cette dernière y peut demeurer plusieurs mois sans altération; tandis qu'en répétant la même expérience avec de l'air pris simplement dans une chambre, la putréfaction se manifeste après quelques jours seulement.

» On pourrait mettre un semblable appareil dans la cheminée générale d'appel, mais je conseillerais plutôt de disposer des poêles munis de ces grilles dans les différentes salles.

» Ces poêles auraient la forme cylindrique, la grille devrait pouvoir à volonté se mettre au milieu ou à la partie supérieure du cylindre, suivant qu'on aurait besoin ou non de chauffer le poêle; des glaces, disposées devant ces grilles, permettraient que cet appareil de chauffage fût en même temps un système d'éclairage. J'ajouterai que l'installation de ce procédé serait peu coûteuse, que dans les grandes salles il serait profitable de multiplier ces appareils pour avoir une expulsion bien régulière de l'air vicié, que dans les lieux où se traitent les maladies les plus contagieuses on pourrait avoir une proportion plus grande d'appareils.

» Les Compagnies d'éclairage des villes devraient posséder de semblables grilles qui se pussent adapter aux appareils de chauffage des maisons des particuliers, pour activer la ventilation de la chambre des malades atteints d'affections contagieuses, et protéger ainsi les autres habitants de l'appartement. On comprend également qu'avec un changement facile dans la forme des becs d'éclairage, on puisse faire concourir ce dernier agent à la destruction des miasmes qui, dans les temps d'épidémie, viennent décimer les familles. L'appareil d'éclairage, s'il était placé en dehors de l'apparte-

ment à purifier, devrait avoir sa prise d'air ménagée dans la pièce; si, au contraire, il était à l'intérieur, il devrait être muni d'une cheminée communiquant au dehors.

» Les considérations qui précèdent justifient la vieille coutume d'allumer de nombreux feux, que nous avons vu remettre en usage il y a quelques années à Marseille, lorsque le cholera y sévissait d'une façon terrible; une pareille croyance restée dans le souvenir d'une population si souvent éprouvée par les épidémies de l'Orient démontre l'efficacité au moins partielle du moyen; on comprend que, dans ce cas, l'air chargé de miasmes, appelé de toutes parts vers les feux, vienne se purifier au contact des flammes.

» Je me permettrai, à propos des épidémies si souvent provoquées par les navires, d'émettre le vœu suivant : L'administration devrait fournir aux navires suspects au point de vue sanitaire des appareils basés sur les principes que je viens de développer (au besoin même des petits poêles portatifs dont la grille serait recouverte de charbons incandescents), pour purifier en quelques heures l'air des cales et des chambres du bâtiment avant son arrivée dans le port. »

« M. **Dumas** fait remarquer, à l'occasion de cette Communication, que, dans les cas d'épidémie, l'administration de l'Assistance publique, observant les prescriptions de la Commission du choléra, soumet à une désinfection énergique l'air venant des salles de malades, réuni dans la chambre d'émission, au sommet du bâtiment. Cet air arrive donc, dans l'atmosphère, purifié des miasmes ou germes nuisibles. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Quelques remarques au sujet de la Note précédente de* M. Wœstyn; *par* **M. Bouillaud**.

« Le travail de M. Wœstyn ne pouvait manquer de fixer l'attention de l'Académie, surtout après la savante analyse et les brillants commentaires dont il a été l'objet de la part de M. le Secrétaire perpétuel. Comme cet important travail se rattache particulièrement aux matières dont s'occupe la Section de l'Académie à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir, qu'il me soit permis d'en faire le sujet de quelques rapides considérations.

» Les maladies qui doivent leur naissance à l'espèce d'agents dont s'est occupé M. Wœstyn, et sur lesquelles M. le Secrétaire perpétuel Dumas a présenté des remarques d'une haute importance, n'ont jamais été étudiées avec

autant de soin et de précision que dans ces derniers temps. Elles comptent parmi celles qui sévissent le plus grièvement sur l'espèce humaine. On ne saurait donc trop rechercher et les moyens de les guérir et surtout ceux de les prévenir; car, une fois développées avec un certain degré d'intensité, quels que soient les efforts les plus éclairés de la médecine, elles comptent toujours un grand nombre de victimes. Or, pour les prévenir, il faut empêcher le développement de leurs causes génératrices, et, si l'on ne peut y parvenir, on ne doit rien négliger pour trouver des moyens capables de détruire ces causes elles-mêmes. Malheureusement, ce n'est pas toujours chose facile que de saisir en quelque sorte ainsi le *corps du délit*, c'est-à-dire de la maladie, et de le détruire, soit sur place, soit dans les lieux où il s'est réfugié et comme caché. Le moyen que propose M. Wœstyn, l'action du feu, bien qu'il ne soit pas nouveau, ainsi que l'a fait remarquer M. le Secrétaire perpétuel (1), et qu'il n'ait pas été jusqu'ici couronné de grands succès dans le genre de cas dont il s'agit (2), n'a pas encore dit son dernier mot, et mérite par conséquent d'être pris en considération. Peut-être, en effet, que, mis en pratique par de meilleurs procédés que ceux déjà employés, il obtiendrait des succès qui ont été refusés aux anciens procédés.

» Mais il est une très-grave question qu'il serait important de résoudre, comme condition préliminaire de l'emploi rationnel des moyens, soit prophilactiques ou préservatifs des maladies qui nous occupent, soit des moyens destructeurs des agents dont elles sont nées : c'est la question de savoir par quel *mode*, par quelle voie, et, si je puis le dire, par quel mécanisme ces maladies, une fois nées, se propagent, se communiquent des personnes affectées à celles qui ne le sont pas. Or, il n'existe pas encore d'unité de doctrine à cet égard, et l'on peut dire : *adhuc sub judice lis est.*

» Particularisons pour un moment le problème, et prenons pour objet de notre particularisation cette fièvre puerpérale dont il a été question ici dans la dernière séance, et sur laquelle M. Dumas, notre éminent Secrétaire perpétuel, a fourni des documents bien précieux. Eh bien, selon les uns, elle constituerait une *entité* morbide essentiellement distincte de toute

---

(1) On pourrait même dire de ce moyen ce qu'on a dit de tant d'autres choses, qu'il est *renouvelé des Grecs*, car, si ma mémoire ne me trompe pas, il en est question dans la description si justement célèbre que Thucydide a tracée de la peste d'Athènes.

(2) Ces cas ne doivent pas être confondus avec ceux dans lesquels la cautérisation par le feu détruit certains principes contagieux, formés ou simplement déposés dans des organes accessibles à nos instruments de cautérisation.

autre, et reconnaîtrait pour cause un contagium *sui generis* dont on ignore l'origine, et qui, jusqu'à présent, s'est dérobé à toutes les recherches physiques et chimiques. C'est à la faveur de ce mystérieux contagium que la maladie se communiquerait à un nombre plus ou moins considérable de femmes en couche (1).

» Voici maintenant une autre doctrine sur la pathogénie ou la genèse de la fièvre puerpérale. Elle consiste à considérer cette maladie comme ayant pour cause génératrice un principe d'infection ou d'intoxication miasmatique, provenant soit de certaines maladies dont le travail de l'accouchement est trop souvent suivi (2), soit des lieux dans lesquels l'accouchement s'est accompli. Dans le premier cas, les accouchées s'infectent, s'empoisonnent en quelque sorte elles-mêmes, par la voie de foyers qui se sont formés dans leur propre sein. Dans le second cas, elles reçoivent le principe d'infection non d'elles-mêmes, mais des lieux dans lesquels elles sont accouchées. N'oublions pas d'ajouter que, réunies en grand nombre, comme il arrive dans les maternités (hôpitaux d'accouchements), les accouchées, et tout particulièrement celles qui se sont infectées elles-mêmes, constituent une des principales sources de l'infection des lieux qu'elles habitent.

» On ne peut mieux comparer ce qui se passe alors chez les femmes accouchées et dans les établissements qu'elles occupent, qu'à ce que l'on observe parfois chez des blessés, réunis en grand nombre dans des salles d'hôpitaux, et dont les blessures, les plaies, sont frappées de cet état si connu sous le nom de *pourriture d'hôpital*. Cet état, le plus souvent, est accompagné d'une fièvre qui diffère, par la *forme* et les circonstances, mais non par le *fond*, de la fièvre dite *puerpérale*. Qu'est-ce, en effet, en y réfléchissant bien, qu'est-ce que l'état intérieur de l'utérus, après la délivrance, sinon un véritable état de traumatisme? et pourquoi ce *traumatisme utérin*, pour le moins aussi sujet que le traumatisme de tant d'autres parties à se compliquer de gangrène ou de *pourriture d'hôpital*, de suppuration avec

(1) Quelques auteurs pensent même que la contagion, dans certains cas, pourrait être le fait d'un accoucheur, qui aurait été porteur du contagium, après avoir accouché une femme atteinte de fièvre puerpérale.

(2) Ces maladies, consécutives au travail de l'accouchement, comprennent assurément des maladies inflammatoires de siéges divers. Toutefois, il ne faut pas confondre le *processus* ou élément inflammatoire avec le processus infectieux lui-même : ce serait un vrai contre-sens nosologique. Mais une phlegmasie terminée par gangrène ou par suppuration, et occupant une partie plus ou moins en contact avec l'air, peut devenir ainsi un foyer d'infection et d'intoxication.

décomposition putride du pus, etc., ne deviendrait-il pas la source de cette infection putride générale, qui constitue l'élément le plus essentiel de la maladie décrite sous le nom de *fièvre puerpérale ?*

» Au reste, ce serait véritablement nier le soleil que de nier la fièvre puerpérale engendrée ainsi, c'est-à-dire soit par un foyer d'infection développé au sein des accouchées elles-mêmes, soit par un foyer d'infection résidant dans les lieux où s'est opéré l'accouchement, soit enfin par ces deux causes réunies.

» Mais en est-il de même de la fièvre puerpérale considérée comme une entité morbide, indépendante de tout foyer d'infection du genre de ceux dont nous venons de parler, et produite, en un mot, par un contagium qui ne doit être confondu avec aucun autre ? J'avouerai que les faits rapportés à l'appui de ce système ne m'ont jamais paru convaincants. J'attendrai donc, pour ma part, des observations plus démonstratives, avant d'adopter le système dont il s'agit. Ses partisans devront, en tout cas, reconnaître qu'autant sont nombreux les exemples du premier système de génération de l'affection désignée sous le nom de *fièvre puerpérale*, autant sont rares, au contraire, ceux de l'autre système.

» Tout le monde comprendra combien il importe, d'ailleurs, non-seulement sous le point de vue purement scientifique, mais aussi sous le point de vue administratif, de résoudre le problème que nous venons d'examiner. Je me permettrai donc de le recommander à toute l'attention de M. Dumas, qui, par la haute position qu'il occupe dans l'Administration de l'Assistance publique, comme sous tous les autres rapports, est en état, plus que personne, de proposer les mesures et les recherches au moyen desquelles on peut en obtenir la solution.

» Quelques mots encore sur l'article des odeurs, d'origine miasmatique, au sujet desquelles M. H. Sainte-Claire Deville a recueilli des observations très-intéressantes, notamment dans les cas de choléra. Dans un grand nombre d'autres maladies, le sens de l'odorat, préparé par un exercice, ou, pour me servir d'une heureuse expression de Corvisart, par une *éducation* convenable, fournit au diagnostic des signes d'une précision, d'une certitude vraiment admirable. Quel médecin, doué d'un odorat ainsi préparé, n'a, par exemple, maintes fois reconnu, au moyen des odeurs qu'exhalent les malades, les affections diarrhéiques et dysentériques, les affections gangréneuses diverses (la gangrène pulmonaire en particulier, qui donne à l'haleine une fétidité *pathognomonique*), le typhus enfin et la fièvre

typhoïde, qui impriment aussi à l'haleine une autre espèce de fétidité, tellement inhérente à ces maladies, que, pour mon compte, j'ai cru pouvoir la désigner sous le nom d'haleine *typhique* ou *typhoïde?* »

M. **Zaliwski** adresse une Note relative au choix des corps qu'il convient de mettre en contact avec le charbon pris comme pôle positif dans les piles. Ces corps doivent, en général, être oxydants; et, parmi les corps oxydants, les substances impressionnables à la lumière paraissent les plus efficaces. L'acide nitrique, les manganates de potasse, donnent de bons résultats. Enfin l'auteur décrit une pile dont le charbon est préalablement imprégné d'une solution ammoniacale de chlorure d'argent; ce charbon est ensuite séché et traité par l'acide nitrique pour achever d'enlever l'excès d'ammoniaque : la pile, construite avec de l'eau pure, présente, d'après ses observations, une intensité remarquable.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Billant** adresse une Note relative aux expériences faites récemment par M. Huggins, pour constater la chaleur émise par les corps célestes.

Cette Note est consacrée à l'indication des difficultés expérimentales qui ont paru à l'auteur devoir rendre le résultat incertain, et des lacunes que lui semblent offrir les indications données par le savant anglais sur la construction de ses instruments.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Mégnin** adresse, de Saint-Mihiel, une Note relative au rôle qui a été attribué aux mouches dans la production de la maladie du charbon chez l'homme et les animaux domestiques.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. E. **Decaisne** soumet au jugement de l'Académie une Note concernant « la valeur respective de la vaccine humaine et de la vaccine animale ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. A. **Leveillé** adresse une Note relative à la découverte de restes de l'homme quaternaire dans les ateliers de pierre taillée et polie du Grand-Pressigny (Indre-et-Loire).

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Daubrée.)

M. Chamard adresse une Note contenant l'indication de quelques modifications à ses Notes précédentes sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

L'Amirauté anglaise adresse à l'Académie un exemplaire des Cartes publiées par le Bureau hydrographique, depuis le mois d'avril 1869 jusqu'au mois de février 1870.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. A. Leymerie* portant pour titre « Récit d'une exploration géologique dans la vallée de la Sègre ».

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre qui lui est adressée par *M. R. Wolf*, de Zurich, en même temps qu'une brochure intitulée « Matériaux pour l'histoire des Mathématiques ». L'auteur établit, dans cette brochure, que l'invention du niveau à bulle d'air doit être rapportée au Français *Chapotot* : il exprime le désir que l'on puisse trouver en France quelques nouveaux documents se rapportant à ce sujet, et à quelques autres dont il donne l'indication.

Ce document sera transmis à l'examen de M. Jamin.

M. Chasles, en présentant à l'Académie un volume de la « Bibliothèque des Hautes Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique », ayant pour titre : *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, s'exprime comme il suit :

« L'École des Hautes Études, créée en 1868 par le Ministre de l'Instruction publique, M. Duruy, comprend cinq Sections, dont une des *Hautes Études mathématiques*.

» Les Sections des Sciences naturelles possèdent des laboratoires de recherches. La Section des Mathématiques n'avait point à demander de laboratoires, mais elle a pensé que, comme éléments de recherches et de travaux, il serait fort utile de créer un *Bulletin des Sciences mathématiques* semblable à celui que M. le baron de Férussac avait fondé en 1824, et qu'il a publié avec un grand succès, pendant huit années, secondé par des colla-

borateurs d'un grand mérite, tels que Sturm et M. Cournot. Malheureusement il avait trop embrassé en faisant paraître tout à la fois huit Bulletins différents sur des matières très diverses, Sciences philologiques, géographiques, militaires, etc. Et cette entreprise, aussi honorable qu'utile, a dû expirer après quelques années d'existence régulière. Les géomètres regrettaient vivement d'être privés de ce Bulletin, qui faisait connaître, par des analyses ou de simples mentions, tout ce que renfermaient les Recueils des Sociétés savantes, les journaux mathématiques, etc., de tous les pays.

» Aussi la Section mathématique de l'École des Hautes Études a sollicité de M. le Ministre la publication d'un pareil Bulletin; et ses vœux ont été accueillis. La Section a confié à un jeune géomètre, M. Darboux, la rédaction de ce Bulletin, qui exige des connaissances approfondies et variées. Deux savants bien connus de l'Académie, comme M. Darboux lui-même, M. Hoüel, professeur à la Faculté de Bordeaux, et M. Lœwy, astronome de l'Observatoire de Paris, veulent bien prêter à M. Darboux leur collaboration. Enfin l'éditeur de ce Bulletin, agréé par M. le Ministre, est M. Gauthier-Villars, dont le zèle et l'intelligence sont aussi un gage de succès.

» Le Bulletin sera mensuel; le premier numéro vient de paraître; j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de cet Opuscule, au nom de mes Collègues de la Section mathématique de l'École des Hautes Études, MM. Bertrand, Delaunay, Puiseux et Serret. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la vitesse de propagation du son dans l'eau d'une conduite en fonte de* $0^m,80$ *de diamètre.* Note de **M. Fr. André**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Étant envoyé en mission par l'École des Ponts et Chaussées, pour suivre les travaux d'alimentation du canal de l'Aisne à la Marne, j'eus l'occasion d'assister à l'établissement d'une conduite tubulaire, destinée à amener les eaux du bâtiment des machines élévatoires à la tête de la rigole d'alimentation. Cette conduite, composée de tuyaux en fonte de $0^m,80$ de diamètre intérieur et de $0^m,02$ d'épaisseur, réunis entre eux par des joints à emboîtement et cordon, se développe sur un alignement droit d'environ 600 mètres. La différence de niveau entre les deux extrémités de la conduite est de $17^m,23$.

» Pour faire l'essai des joints qui unissaient les tuyaux entre eux, on devait remplir d'eau la capacité intérieure de la conduite et comprimer le

liquide jusqu'à la pression de 8 atmosphères. Je pensai que l'on pouvait utilement profiter de cette expérience pour faire des mesures nouvelles de la vitesse de la propagation du son dans l'eau. Les conditions dans lesquelles j'ai opéré étaient les suivantes.

» Pour traduire les mouvements du liquide, au lieu d'employer des enregistreurs électriques dont l'établissement est toujours assez difficile et assez coûteux, je me suis servi d'un enregistreur *pneumatique*, dont les physiologistes, et en particulier M. Marey, ont fait, dans ces derniers temps, un fréquent usage. L'ébranlement se communiquait à l'air emprisonné dans un petit tube en caoutchouc et de là à une membrane en baudruche. Un levier très-délicat, collé sur cette membrane, indiquait par ses oscillations les plus faibles mouvements du liquide.

» La mesure du temps était faite au moyen d'un diapason inscrivant ses vibrations sur la feuille noircie d'un cylindre enregistreur. Ce diapason, vérifié plusieurs fois, donnait, à la température de 20 degrés, 256 vibrations par seconde.

» Avant d'opérer sur la conduite pleine d'eau, j'ai exécuté, pour me rendre compte du degré d'exactitude que comportait cette méthode, une série d'expériences sur la vitesse de propagation du son dans l'air. L'appareil, à part quelques modifications de détail, restait le même. L'ébranlement sonore était produit à l'aide d'un pistolet chargé d'un gramme de poudre environ. Le choc communiqué à l'air de la conduite se propageait dans toute la longueur des tuyaux, puis revenait sur lui-même après réflexion. Au départ et à chaque retour successif, le petit style de la membrane en baudruche donnait sur le cylindre enregistreur des indications très-nettes. Comme on observait l'ébranlement initial et les ébranlements réfléchis, on éliminait ainsi les causes d'erreur dues à l'inertie de l'enregistreur.

» La plus grande difficulté consistait dans la détermination de la température de l'air enfermé dans la conduite. Les tuyaux reposaient dans une tranchée à ciel ouvert, et, tandis que leur partie supérieure, échauffée par les rayons du soleil, était à 40 degrés, la partie en contact avec le sol n'atteignait que 20 degrés.

» En prenant ces deux nombres comme limites extrêmes de la température à laquelle devait être l'air emprisonné dans la conduite, j'ai trouvé, pour la vitesse du son réduite à zéro,

$V_0 = 326^m,60$ (en supposant la température de 40 degrés),
$V_0 = 337^m,50$ (en supposant la température de 20 dégrés).

Il est certain que le premier nombre doit être plus près de la vérité que le second, car la partie des tuyaux exposée au soleil était bien plus considérable que la partie en contact avec le sol.

» J'arrive maintenant aux expériences que j'ai faites sur la vitesse du son dans l'eau qui remplissait la conduite. Après m'être assuré que la capacité intérieure était absolument privée d'air (ce qu'il était facile de constater en inspectant les suintements des joints), je fis disposer à la partie supérieure de la conduite une pompe de presse hydraulique. Le choc était déterminé dans le liquide en enfonçant brusquement le piston de cette pompe. Quelle que fût la rapidité avec laquelle on abaissait le levier de la pompe, on ne produisait pas à proprement parler un choc, mais une compression graduelle; aussi l'indication du style sur l'enregistreur, au lieu de présenter un zigzag bien accentué, comme dans le cas de l'air, traçait une courbe allongée, dont le point de raccordement avec la spire inscrite par le style au repos était difficile à déterminer. Cependant, quatre expériences faites successivement m'ont donné une moyenne de 345 vibrations du diapason, comprises entre le choc initial et le choc de retour. La longueur de la conduite, entre les deux plaques pleines qui la fermaient normalement à chaque extrémité, était de $603^{m},25$; le chemin parcouru par la compression était donc, entre le départ et le retour, de $1206^{m},50$. La température de l'eau était de 20 degrés au sommet de la conduite, et de 13 degrés à la partie la plus basse. La température de l'air ambiant était de 18 degrés. Dans ces conditions, la vitesse de propagation de la compression a été trouvée de $897^{m},80$ par seconde.

» Le second et le troisième choc de retour arrivaient trop affaiblis pour qu'on pût, de leur position relative, déduire une mesure qui offrît quelque précision.

» Wertheim déduisit du son rendu par des tuyaux d'orgue en laiton, plongeant dans l'eau, le nombre 1173 mètres pour la vitesse de propagation du son dans l'eau. Ce nombre est bien inférieur à la vitesse de 1435 mètres par seconde, trouvée par MM. Colladon et Sturm dans des expériences directes faites sur le lac de Genève.

» La valeur que je trouve est encore plus éloignée du nombre observé dans une masse d'eau indéfinie. Malgré cette divergence, que je ne prétends pas expliquer, je crois utile de citer mes résultats, que des travaux ultérieurs peuvent venir confirmer.

» Je me borne à appeler l'attention des physiciens et des géomètres sur l'influence que peuvent avoir, sur la propagation d'un ébranlement au sein

d'un fluide presque incompressible, l'élasticité et le frottement des parois qui le renferment. C'est probablement à cette circonstance que tient la différence entre la propagation d'un ébranlement dans un milieu indéfini et celle que nous avons observée dans une conduite cylindrique en fonte. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les propriétés mécaniques des aciers phosphorés.* Note de **M. L. Gruner**, présentée par M. Combes.

« Dans le Mémoire publié sur le procédé Heaton en 1869, j'ai montré que 2 à 3 millièmes de phosphore ne nuisaient pas au travail de l'acier à chaud; que la résistance à la rupture, fixée par voie de traction *graduée*, en était même légèrement augmentée, mais que le phosphore accroissait en même temps l'*aigreur* du métal, en sorte que l'acier phosphoré avait moins de *corps* que l'acier pur.

» Depuis lors, en comparant l'acier Heaton aux aciers ordinaires, M. W. Fairbairn, de Manchester, est arrivé à des conclusions beaucoup plus favorables. Le savant ingénieur avait communiqué en 1867, à l'Association Britannique dans sa trente-septième session, les résultats de nombreuses expériences sur les *propriétés mécaniques* de l'acier. Il avait soumis à la triple épreuve de la *flexion*, de la *traction* et de la *compression* quarante-cinq barres d'acier, provenant des principaux fabricants de Sheffield. Or, l'année dernière, M. Fairbairn a exposé devant la même Association, dans sa trente-neuvième session, les résultats d'expériences identiques, faites sur six barres d'acier Heaton de l'usine de Langley-Mill et en a conclu la supériorité relative de ce dernier acier.

» Voici la traduction textuelle des conclusions de M. Fairbairn :

« L'acier Heaton montre dans la résistance à la flexion transversale une supériorité très-marquée sur tous les aciers précédemment essayés. Elle est représentée, en moyenne, par le rapport de 1,3 à 1.

» La *résistance vive élastique* de ces barres est même une fois et trois quarts plus considérable que celle de la moyenne des autres aciers, ce qui montre, ajoute M. Fairbairn, que l'acier Heaton est spécialement propre à résister à la fatigue produite par le *choc* (*force of impact*) et à de puissants *efforts transversaux*.

» La flexibilité et le coefficient d'élasticité de cet acier sont cependant un peu faibles, mais très-peu au-dessous de la moyenne générale.

» La charge moyenne de rupture des six barres Heaton est plus élevée que la moyenne générale; et comme, en même temps, l'allongement de ces barres est considérable, il en résulte une grande *résistance vive de rupture*.

» Enfin la résistance à la *compression* est également forte.

» En résumé, dit M. Fairbairn, l'acier Heaton peut être comparé avec avantage aux aciers des autres fabricants, et comme cet acier provient d'une fonte très-inférieure, on peut certainement envisager ce mode de fabrication comme un perfectionnement considérable du travail de l'acier, au point de vue de son prix de revient et de l'importance de sa production. »

» Ces résultats, rapprochés de ceux que m'avaient donnés les fontes de la Moselle, me surprirent au plus haut degré. L'épuration avait-elle été plus complète que lors des expériences dont j'ai rendu compte? ou bien le mode d'épreuves adopté par M. Fairbairn ne permet-il pas d'apprécier à tous les points de vue les défauts et les qualités mécaniques d'une barre d'acier?

» Il fallait constater avant tout le degré d'épuration que l'affinage au nitre avait réalisé. Je priai, en conséquence, M. Fairbairn de m'adresser des fragments des diverses barres qu'il avait essayées; et, en même temps, je fis venir de l'usine de M. Heaton un échantillon de la fonte avec laquelle les barres en question avaient été préparées. C'est une fonte peu graphiteuse, d'un gris clair qui m'a fourni à l'analyse :

Silicium.............	0,0210
Phosphore...........	0,0106
Soufre..............	0,0019

» On n'a pas dosé les autres éléments.

» Cette fonte a été affinée dans l'appareil Heaton avec 12,4 pour 100 de nitrate de soude du Pérou et 1,2 pour 100 de sable quartzeux. Le calcul montre, en partant des données de mon premier Mémoire, que cette proportion de nitre est insuffisante et que le métal affiné doit encore retenir des substances étrangères.

» L'analyse des six barres d'acier m'a donné, en effet :

Matières.	Numéros des barres					
	nº 1.	nº 2.	nº 3.	nº 4.	nº 5.	nº 6.
Carbone......	0,0049	0,0057	0,0052	0,0054	0,0054	0,0047
Silicium......	0,0010	0,0012	0,0016	0,0010	0,0012	0,0009
Phosphore....	0,0030	0,0023	0,0024	0,0024	0,0028	0,0023
Soufre.......	pas trace	au plus 0,0001	au plus 0,0001	au plus 0,0001	traces imperceptibles	pas trace

» On voit que les six échantillons se ressemblent beaucoup, ce qui s'accorde avec leur origine commune. Ce sont des aciers peu durs, se limant facilement, ne contenant que 0,005 à 0,006 de carbone, mais retenant encore 0,0023 à 0,0030 de phosphore.

» Il résulterait de là, en admettant les conclusions de M. Fairbairn, que, contrairement à l'opinion générale, 2 à 3 millièmes de phosphore, loin de nuire à la qualité de l'acier, tendraient plutôt à en rehausser la *résistance vive élastique* et la *résistance vive de rupture*.

» Ces conséquences sont, en effet, inévitables; seulement on ne doit pas en inférer, comme le fait M. Fairbairn, que ces aciers à haute résistance vive élastique sont, par cela même, propres à supporter les *effets vibratoires d'un choc*. Ces aciers se brisent dès que la pression s'exerce d'une façon quelque peu brusque. On peut montrer, à l'aide des tableaux mêmes de M. Fairbairn, que les six barres d'acier Heaton, dont je m'occupe, sont positivement *aigres* et *manquent de corps*. Le phosphore, tout en accroissant la résistance d'un acier aux efforts résultants de tractions et de flexions *graduées*, en augmente l'*aigreur* et le rend peu propre à supporter des ébranlements moléculaires.

» Observons d'abord, au sujet de ces tableaux d'épreuves, que la *tension maximum élastique* déduite des essais de flexion, doit nécessairement être toujours moindre que la *charge de rupture* du même acier, obtenue par voie de traction directe; qu'il peut arriver néanmoins, lors de cette épreuve par traction, qu'une barre se rompe, par suite de quelque légère secousse, avant même qu'elle se soit trouvée chargée jusqu'au maximum de sa tension élastique. Mais alors cela ne peut provenir, — lorsque les aciers sont d'ailleurs homogènes, comme le sont en général les aciers fondus, — que d'une certaine *aigreur*, qui elle-même est due, soit à l'excès de *dureté* du métal, soit à un *véritable manque de corps*. Or, lorsqu'on parcourt le tableau des premières expériences de M. Fairbairn, on voit que, sur les quarante-cinq barres d'origine diverse, trois seulement présentent cette anomalie d'une tension élastique supérieure à la charge de rupture; ce sont les numéros 1, 37 et 39 qui ont donné, dans le cas :

Du n° 1 pour la tension élastique maximum	ton 37,96	et pour la charge de rupture	ton 30,53
n° 37	»	39,75	»	39,08
n° 39	»	38,02	»	35,02

» Mais cette anomalie, due à l'aigreur, n'a rien d'extraordinaire, car, dans les trois cas, ce sont des aciers pour outils de tours dont l'extrême dureté ressort clairement de la faible contraction de la section de rupture et du faible allongement de la barre. Le tableau donne :

	Contraction	Allongement élastique.	Allongement permanent dû à la rupture.
Pour le nº 1	0,00	0,006	0,0025
Pour le nº 37	0,02	0,0106	0,0106
Pour le nº 39	0,01	0,002	0,0012

tandis que la contraction des aciers doux dépasse souvent 0,50; leur allongement élastique 0,10 à 0,15, et l'allongement permanent 0,15 à 0,20.

» Si maintenant nous passons aux essais plus récents des six barres Heaton, nous trouverons des résultats tout à fait différents. Sur les six barres, deux se sont rompues avant d'avoir atteint la tension élastique maximum.

Le nº 2 a donné pour tension maximum $47^{ton},27$ contre une charge de rupture de $41^{ton},70$
et le nº 4 » 48,56 » 46,82

» Il y a donc là aussi *aigreur* manifeste, et cette aigreur ressort encore de cet autre fait, que, sur les six barres, quatre se sont rompues brusquement sans la moindre contraction, tout en éprouvant, avant de se déchirer, de forts allongements qui varient de 0,031 à 0,094. Mais l'aigreur ne résulte pas ici d'un excès de dureté. Les barres se sont rompues par suite d'un *manque de corps*.

» L'absence de dureté résulte non-seulement du fait que les barres renferment peu de carbone et se liment sans peine, mais encore des forts allongements que je viens de signaler et du degré de compression qui atteint 0,247 à 0,333 sous la pression de 100 tonnes par pouce carré, tandis que les aciers durs de la première série se sont rarement réduits sous la même pression de plus de 0,15 à 0,24.

» Ainsi donc, les aciers phosphorés sont *aigres* sans être durs.

» Une autre particularité de ces aciers phosphorés est d'être *rigides* et *fortement élastiques*. Lorsqu'on ramène par le calcul toutes les flèches, mesurées à la limite d'élasticité, à l'épaisseur uniforme d'un pouce anglais dans le sens de la flexion, on trouve que les flèches des six barres Heaton sont toutes comprises entre $1^{po},61$ et $1^{po},88$, tandis que la moyenne des autres barres est de $1^{po},30$ à $1^{po},50$ et dans trois cas seulement, sur les quarante-cinq barres, elle dépasse $1^{po},60$.

» C'est cette forte flexion élastique qui élève si haut, pour les aciers Heaton, la résistance vive élastique; mais il est évident que cette résistance vive ne représente en réalité que le travail de la barre, soumise à une charge *graduellement* croissante, et non celui qui résulte des effets vibratoires d'un choc.

» En résumé donc, on peut conclure :

» 1° Que le *phosphore* dans la proportion de 0,002 à 0,003 rend les aciers *rigides* et *élastiques;* il accroît leur *tension élastique* et leur *résistance vive de rupture*, sans modifier la dureté. Mais ces aciers, même peu carburés, *manquent de corps;* ils sont *aigres* sans être durs.

» 2° Pour apprécier ce manque de corps, la simple traction et la pression transversale sont insuffisantes; il faut nécessairement avoir recours aux épreuves par le choc.

» 3° Quant à l'efficacité du procédé Heaton pour la déphosphoration des fontes, les nouvelles analyses sont aussi peu concluantes que celles de mon premier Mémoire, puisque, dans les deux cas, la proportion de nitre était trop faible pour oxyder la totalité des éléments étrangers. »

« **M. Boussingault** dit qu'il partage complétement l'opinion émise par M. Gruner, à savoir : que l'on n'est pas suffisamment autorisé à admettre que le phosphore, à faibles doses, améliore les qualités de l'acier. M. Boussingault ajoute qu'un jeune savant, M. Salet, préparateur de M. Wurtz, a disposé un appareil fort ingénieux pour reconnaître les plus infimes quantités de phosphore dans le fer et l'acier : c'est par le *spectre* qui se manifeste durant la combustion du gaz hydrogène provenant de l'action de l'acide chlorhydrique sur le métal. »

TOXICOLOGIE. — *Tétanos traumatique guéri par le chloral.* Note de **M. Verneuil**, présentée par M. Wurtz.

« L'expérimentation ayant établi l'antagonisme qui existe entre la strychnine et le chloral, on pouvait s'attendre à trouver en ce dernier un agent antitétanique sérieux.

» Cet espoir semble se réaliser. Déjà M. Liebreich rapporte un succès rapide dans un cas de trismus.

» Un succès nouveau, et peut-être plus démonstratif, vient d'être obtenu dans mon service de l'hôpital Lariboisière, dans un cas de tétanos traumatique généralisé, et d'une extrême intensité.

» Un maçon, jeune et vigoureux, eut vers la fin de janvier, l'extrémité du médius droit écrasé par une pierre. Le tétanos se déclara le huitième jour, et en peu de temps envahit la face, les mâchoires, le cou, les muscles du rachis, de l'abdomen et des membres inférieurs. Il s'accompagnait de douleurs presque continues et excessives. On employa simultanément les

injections sous-cutanées avec l'hydrochlorate de morphine et le chloral à l'intérieur. L'action de ce dernier se montra, dès l'abord, aussi prompte que décisive : diminution de la contracture, apaisement presque instantané des douleurs, sommeil profond et durable.

» Le chloral suspendu, les accidents reparaissaient, pour céder de nouveau à la reprise du médicament, dont l'influence sédative se trouvait ainsi démontrée. La guérison complète exigea près d'un mois. Les doses quotidiennes variaient de 6 à 12 grammes, administrés en potion. L'estomac ne parut jamais affecté et digéra facilement des aliments copieux pendant toute la cure.

» J'ajoute qu'un autre tétanique actuellement traité par MM. les Drs Dubreuil, Lavaux et Onimus, est sur le point de devoir sa guérison à l'action combinée du chloral et des courants continus.

» Il est impossible encore de savoir si les succès se multiplieront, mais dès aujourd'hui la théorie et les faits autorisent à opposer le chloral à la plus redoutable des complications chirurgicales. »

M. **Nélaton** prend la parole et fait l'observation suivante :

« Avant d'entretenir l'Académie du traitement du tétanos par le chloral, il eût peut-être été bon que notre savant confrère attendît une expérimentation plus complète. En effet, le tétanos est une de ces affections que l'on a vu guérir par toutes les méthodes, et qui, par contre, a résisté à tous les moyens de traitement.

» Il n'est pas sans inconvénient d'annoncer, dans les Académies, des guérisons qui ne reposent que sur un très-petit nombre de faits. Or, dans le cas particulier, un seul fait ayant été cité, la Communication pourra paraître prématurée. »

PALÉOETHNOLOGIE. — *Découverte d'instruments de l'âge de pierre en Arabie et en Égypte.* Lettre de M. **Richard** à M. le Président.

« Alexandrie, 25 février 1870.

» L'année dernière, j'eus l'honneur d'adresser à l'Académie des instruments de l'âge de pierre trouvés dans le Sahara. Je viens de découvrir de nouveaux ateliers :

» 1° Dans la péninsule arabique, au pied du mont Sinaï, je viens de visiter les montagnes Sinaétiques, avec M. l'ingénieur Rousseau et M. Émilien, commandant la *Louise et Marie*, bateau de la Compagnie de Suez. Le

26 janvier, nous campions à l'angle nord-est, formé par l'Ouadi-Tôr et la route tracée par Abbas-Pacha pour aller au mont Sinaï. Il y a là de petits mamelons d'argile jaunâtre, mêlée de gypse lamellaire; c'est sur ces mamelons que j'ai trouvé, en très-grande quantité, des instruments de différentes formes :

» Des *marteaux* en silex opaque, tacheté de points blanchâtres : ils semblent avoir beaucoup servi, surtout deux petits (7 à 8 centimètres de diamètre) de forme arrondie; l'un a 12 centimètres de diamètre, et est d'une nature de silex plus fine;

» Des *couteaux* en grand nombre, de 9 à 15 centimètres de longueur sur $1\frac{1}{2}$ à 2 centimètres de largeur : le bouton d'attache est négligé, ce qui fait supposer qu'on s'en servait sans manche. Une variété de ces couteaux a des boutons d'attache en saillie, au lieu d'être en forme d'échancrure.

» Il y a des pièces qui me paraissent complétement spéciales à cet atelier : deux ont la forme d'une tortue; d'autres peuvent être assimilées à des coins; d'autres encore ressemblent à un cône divisé en deux parties. Sont-ce des instruments? sont-ce simplement des *nuclei*?

» Parmi les *pointes de flèche* proprement dites, deux, dont l'une en eurite, ont une forme triangulaire très-prononcée; quatre, très-élégantes, dentelées, ont des échancrures pour les enfoncer dans la flèche.

» 2° Près du Caire (Égypte), dans le voisinage de la *Forêt-Pétrifiée*, j'ai trouvé des instruments en *grès pétrifié* : ce sont des haches d'une assez grande dimension, non polies. (A mon retour, je compte avoir l'honneur de montrer quelques-unes de ces pièces à l'Académie.)

» 3° A Thèbes (Égypte), le 23 décembre dernier, dans le voisinage des Tombeaux, j'ai recueilli beaucoup de pièces taillées. J'avais dressé un Arabe, appelé Saïd, à les reconnaître. En partant de Louqsor pour la Haute-Égypte, je priai M. le Chargé d'affaires du Consulat français dans cette ville de m'en faire chercher d'autres par mon Arabe, en lui disant que je les prendrais au retour; c'est ce qui a eu lieu.

» Depuis, j'ai lu, dans le journal *l'Égypte*, que MM. F. Lenormant et Hamy en avaient déjà trouvé dans le voisinage de Thèbes. »

M. A. Netter adresse, de Rennes, un Mémoire relatif au « Mécanisme de formation des lésions anatomiques récemment découvertes dans l'héméralopie épidémique ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Bouillaud.

M. Marie transmet à l'Académie le Mémoire sur les carrés magiques au sujet duquel il avait donné précédemment quelques indications.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Serret.

M. Lacroix adresse deux Mémoires relatifs à diverses questions d'hygiène.

Ces Mémoires seront soumis à l'examen de M. Andral.

M. Émonet écrit, de la Martinique, pour appeler l'attention de l'Académie sur les résultats obtenus par *M. É. Lagrange* dans la réalisation de systèmes moteurs électro-magnétiques.

L'Académie, n'ayant reçu jusqu'ici aucun document qui lui permette d'apprécier la valeur de ces résultats, devra attendre, pour émettre une opinion, que ces documents lui soient parvenus.

M. Noiret écrit, de Rouen, pour signaler à l'Académie un « Essai de typologie française » dont il est l'auteur.

L'Académie attendra que ce travail ait été porté à sa connaissance, pour juger si les matières qui y sont traitées se rapportent à la nature spéciale de ses travaux.

M. Mansion adresse une nouvelle Note concernant une solution, qu'il croit avoir trouvée, du problème de la quadrature du cercle.

On fera de nouveau savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision ancienne, l'Académie considère comme non avenues toutes les Communications relatives à cette question.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 mars 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Tube d'inversion. Critique scientifique et historique; par M. RICOUR. Paris, 1870; br. in-8°.

Études de Mécanique abstraite; par M. J.-M. DE TILLY. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique.*)

Cryptogamie illustrée, ou Histoire des familles naturelles des plantes acotylédones d'Europe. Famille des Champignons; par M. C. ROUMEGUÈRE. Paris, 1870; in-4° cartonné, avec planches.

Histoire des sciences médicales, comprenant l'Anatomie, la Physiologie, la Médecine, la Chirurgie et les doctrines de Pathologie générales; par M. Ch. DAREMBERG. T. Ier : *Depuis les temps historiques jusqu'à Harvey*; t. II : *Depuis Harvey jusqu'au* XIXe *siècle.* Paris, 1870; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Andral.)

Recherches expérimentales sur le rôle physiologique et thérapeutique du phosphate de chaux; par M. L. DUSART. Paris, 1870; in-12. (Adressé par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1870.)

Mesures à prendre pour diminuer la mortalité des femmes en couches. Discours prononcé à la Société médicale des hôpitaux, dans la séance du 11 février 1870; *par* M. T. GALLARD. Paris, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Société scientifique et littéraire d'Alais, 2e bulletin. Alais, 1870; br. in-8°.

La liberté de l'enseignement supérieur. Réorganisation de l'enseignement médical; par M. F. DE RANSE. Paris, 1870; in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*)

L'injustice de Marco Pacha et ses abus; par NICO-BEY. Constantinople, 1869; br. in-8°.

Expériences exécutées en Belgique avec un canon de 223mm *en acier Krupp, en novembre* 1868 (d'après le Rapport officiel); *par* M. MARTIN DE BRETTES. Paris, 1870; br. in-8°, avec Atlas de 6 planches photographiques.

Expériences de tir exécutées en Russie, en 1869, *contre une cible type* Hercules, *avec un canon de* 279^{mm},4, *en acier fondu Krupp, se chargeant par la culasse* (traduction du *Journal de l'artillerie russe*, n° 12, 1869); *par* M. MARTIN DE BRETTES. Paris, 1870; br. in-8°.

De la viande crue (musculine Guichon) et des potions alcooliques reconstituantes préparées à l'abbaye de Notre-Dame-des-Dombes [par Villars (Ain)], etc. Paris, 1870; br. in-8°.

The Food Journal, mars 1870, n° 2, t. Ier. Londres, 1870; in-8°.

Path... *Marche de la phase totale de l'éclipse solaire du* 21-22 *décembre* 1870. Londres, 1870; br. in-8°.

Alcuni... *Quelques résultats préliminaires déduits des observations d'étoiles filantes publiées dans les éphémérides des années* 1868, 1869, 1870; *par* M. G.-V. SCHIAPARELLI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Gli organi... *De la sécrétion de l'acide sulfurique chez les gastéropodes, et des organes sécréteurs, avec un appendice relatif à d'autres glandes; par* M. P. PANCERI. Naples, 1869; in-4°.

Sopra... *Sur quelques parties de l'organisation du Céphaloptère* Giorna; *Mémoire de* MM. P. PANCERI *et* L. DE SANCTIS. Naples, 1869; in-4°.

Discorso... *Discours prononcé au Congrès agricole tenu à Foggia au mois de septembre* 1868, *par* M. A.-M. LOMBARDI. Foggia, 1869; in-4°. (2 exemplaires.)

Abhandlungen... *Mémoires publiés par la Société Senckenbergienne d'Histoire naturelle,* t. VII, 1re et 2e livraisons. Francfort, 1869; in-4° avec planches.

Bericht... *Comptes rendus des travaux de la même Société, juin* 1868 *à juin* 1869. Francfort, 1869; in-8°.

Schweizerische... *Observations météorologiques de la Suisse, décembre* 1868, *janvier et février* 1869. Sans lieu ni date; in-4°.